نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد هشتم، شماره اول، بهار ۹٤
۲۰۵-۲۲۲
http://ejcp.gau.ac.ir

روابط رقابتی سوروف‌آبی و سوروف با برنج در سری‌های جایگزینی

*المیرا محمدوند[۱]، علیرضا کوچکی[۲]، مهدی نصیری محلاتی[۲]، عباس شهدی‌کومله[۳] و زینب اورسجی[۴]

[۱]استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، [۲]استاد گروه زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد، [۳]عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت، [۴]استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۸/۲٦ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۱٤

چکیده

روابط رقابتی علف‌های‌هرز سوروف آبی (*Echinochloa oryzoides*) و سوروف (*Echinochloa crus-galli*) با برنج در نسبت‌های کاشت ٤:۰، ۳:۱، ۲:۲، ۱:۳ و ۰:٤ (علف‌هرز: برنج) در هر کپه در یک مطالعه مزرعه‌ای، مورد بررسی قرار گرفت. عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه هر دو گونه علف‌هرز بیشتر از برنج بوده و تنها شاخص برداشت برنج بیشتر از علف‌های‌هرز بود. عملکرد نسبی (براساس تولید پنجه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه)، نمودارهای سری‌های جانشینی، شاخص غالبیت برنج و ضریب تزاحم نسبی بیانگر قابلیت رقابت بالاتر دو گونه علف‌هرز نسبت به گیاه زراعی بود. با افزایش تعداد گیاهچه هرگونه (برنج یا علف‌هرز) در نسبت‌های مختلف کاشت، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و عملکرد نسبی آن‌گونه افزایش یافت. افزایش سهم برنج در نسبت کاشت نیز شاخص غالبیت آن را افزایش داد. در کلیه نسبت‌های کاشت، عملکرد بیولوژیک و دانه دو گونه علف‌هرز بیشتر از برنج بود؛ به‌جز در نسبت کاشت ۳:۱ (علف‌هرز: برنج) که برنج و علف‌هرز عملکرد دانه مشابهی داشتند. در مقایسه دو گونه علف‌هرز، عملکرد بیولوژیک سوروف‌آبی کمتر از سوروف، ولی شاخص برداشت آن بالاتر از سوروف بود. تفاوت معنی‌داری بین عملکرد دانه، عملکرد نسبی و ضریب تزاحم نسبی دو گونه علف‌هرز مشاهده نشد؛ اگرچه عملکرد دانه، شاخص برداشت و عملکرد نسبی برنج در نتیجهٔ رقابت با سوروف‌آبی در مقایسه با سوروف، کاهش بیشتری نشان داد.

واژه‌های کلیدی: شاخص غالبیت، ضریب تزاحم نسبی، عملکرد نسبی، قابلیت رقابت

*مسئول مکاتبه: mohammadvand@guilan.ac.ir

مقدمه

کنترل علف‌های‌هرز یک جزء مهم و اساسی در تولید برنج می‌باشد (مون و همکاران، ۲۰۱۰). از میان گونه‌های مختلف علف‌هرز موجود در مزارع برنج، سوروف (*Echinochloa crus-galli*) یکی از مهم‌ترین گونه‌های علف‌هرز بوده و برتری رقابتی آن سبب کاهش عملکرد زیادی در برنج می‌شود (نی و همکاران، ۱۹۹٦، ۲۰۰٤؛ مون و همکاران، ۲۰۱۰). سوروف به‌طورمعنی‌داری تعداد پنجه در مراحل اولیهٔ رشد برنج را کاهش داده و منجر به کاهش قابل‌توجه در تعداد سنبله‌ها و دیگر اجزای عملکرد می‌شود؛ بنابراین کنترل سوروف باید حداکثر تا ۳۰ روز بعد از نشاکاری انجام شود (مون و همکاران، ۲۰۱۰). یکی دیگر از گونه‌های علف‌هرز این جنس، سوروف‌آبی دیررس[1] (*E. phyllopogon* Syn. *E. oryzicola*؛ (فیشر و همکاران، ۲۰۰۰)) است که از علف‌های‌هرز بسیار مهم در برنج غرقابی به‌شمار می‌رود (یاماسو و همکاران، ۱۹۹۷؛ گیبسون و همکاران، ۲۰۰٤). این علف‌هرز در شرایط غرقاب به‌خوبی جوانه زده و رشد می‌کند و تا حد زیادی از مراحل نمو برنج تقلید می‌کند (یاماسو، ۲۰۰۱). این‌گونه علاوه‌بر جوانه‌زنی بی‌هوازی، تقلید و مقاومت به علف‌کش‌ها، ممکن است سازگاری‌های مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی داشته باشد که به این علف‌هرز اجازه دهند اثرات رقابت گیاه زراعی را کاهش دهد (گیبسون و همکاران، ۲۰۰٤). سوروف آبی زودرس[2] (*E. oryzoides* Syn. *E. macrocarpa*؛ (فیشر و همکاران، ۲۰۰۰)) گونه دیگری از این جنس است که شباهت زیادی به سوروف‌آبی‌دیررس دارد. هر دو گونه‌ی اخیر از نظر اقتصادی مهمترین علف‌های‌هرز تولید برنج در کالیفرنیا هستند (بایر و هیل، ۱۹۹۲).

تراکم، یکی از مهم‌ترین عوامل مجاورتی مؤثر در رقابت علف‌هرز-گیاه‌زراعی است (رادوسوویچ، ۱۹۸۷). رقابت بین گیاه‌زراعی و علف‌های‌هرز را می‌توان با تراکم گیاه‌زراعی تغییر داد؛ زیرا افزایش تراکم محصول می‌تواند سهم گیاه زراعی از کل موجودی منابع را بالا ببرد و قابلیت دسترسی علف‌های‌هرز به آن را کم کند (آلدریچ، ۱۹۸٤). تراکم علف‌هرز نیز بر رقابت علف‌هرز-گیاه‌زراعی تأثیر دارد (استکل و اسپراگو، ۲۰۰٤). کشت برنج در ردیف‌های ۲۰ سانتی‌متری، زیست‌توده و تولید بذر *E. colona* و *E. crus-galli* را در مقایسه با ردیف‌های پهن‌تر (۳۰ سانتی‌متر) کاهش داد؛ چنانکه علف‌های‌هرزی که ٦۰ روز بعد از سبزشدن برنج در ردیف‌های ۳۰ سانتی‌متری سبز شدند، تنها

1- Late water-grass
2- Early watergrass

تعداد کمی دانه (۳ دانه در بوته) تولید کردند؛ اما فاصله ردیف‌های ۲۰ سانتی‌متری، مانع تولید بذر این علف‌های‌هرز گردید (چاوهان و جانسون، ۲۰۱۰). اتیس و تالبرت (۲۰۰۷) نشان دادند که اگرچه افزایش تراکم گیاه‌زراعی می‌تواند کاهش عملکرد در نتیجهٔ رقابت علف‌هرز را کاهش دهد، اما مقدار این تأثیر بسته به تراکم علف‌هرز و رقم گیاه‌زراعی متفاوت است. در آزمایش ایشان کنترل سوروف، نه تراکم برنج، مهم‌ترین عامل محدودکننده بود. تراکم خوشه به ازای هر ۱۰ درصد افزایش در کنترل سوروف، به‌میزان ١٤ خوشه در مترمربع و عملکرد، به‌میزان ۷۵۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت. نی و همکاران (٢٠٠٤) نیز اظهار داشتند که تراکم سوروف در مقایسه با تراکم برنج در عملکرد برنج مؤثرتر بود.

سوروف گونه شایع علف‌هرز در مزارع برنج استان گیلان به‌شمار می‌رود. سوروف‌آبی زودرس نیز گونه‌ای است که حضور آن اخیراً گزارش شده (یعقوبی و همکاران، ٢٠٠٦) و اطلاعاتی از پتانسیل خسارت‌زایی آن در مزارع برنج استان در دست نیست. لذا این تحقیق به‌منظور بررسی پاسخ گونهٔ تازه‌وارد به عملیات زراعی و مدیریتی رایج منطقه و مزیت رقابتی آن در برابر برنج و فراهم‌ساختن امکان مقایسه با گونه شایع سوروف، در موسسه تحقیقات برنج کشور- رشت انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در موسسه تحقیقات برنج کشور- رشت طی سال ۱۳۸۸ به اجرا در آمد. تیمارهای آزمایشی عبارت از ترکیب فاکتوریل گونه علف‌هرز (سوروف و سوروف‌آبی) و نسبت تراکم علف‌هرز: برنج در هرکپه (پنج سطح شامل ٠:٤، ١:٣، ٢:٢، ٣:١ و ٤:٠ (علف‌هرز: برنج)) بود. برای حصول سطوح تراکم موردنظر، گیاهچه‌های برنج و علف‌هرز در هر کپه جایگزین شدند. یک هفته بعد از کاشت، تعداد گیاهچهٔ برنج و علف‌هرز در هر کپه بررسی و درصورت نیاز اصلاح شد. بذرهای جوانه‌دار شده برنج و دو گونه علف‌هرز در اوایل اردیبهشت ماه خزانه‌گیری شدند. پس از آماده‌کردن زمین اصلی، نشاکاری در محل تلاقی خطوط عمود بر هم به فواصل ۲۵×۲۰ سانتی‌متر یک ماه پس از بذرپاشی صورت گرفت. نشاکاری با دست و به تعداد چهار گیاهچه در هرکپه انجام شد. هر کرت شامل ۲۰ کپه و به ابعاد ۵/۵ × ١/٤ متر بود. تمایز کرت‌ها از طریق عدم کاشت نشا بر روی ردیف میانی ایجاد شد. یک ردیف از کناره‌های هر کرت به‌عنوان

حاشیه در نظرگرفته شده و در اندازه‌گیری‌ها مورد استفاده قرار نگرفت. آبیاری (غرقابی)، کوددهی، وجین دستی سایر علف‌های‌هرز و مبارزه با کرم ساقه‌خوار برنج مطابق روش‌های رایج انجام شد.

برداشت درهنگام رسیدگی گیاه‌زراعی (۹۰ روز پس از نشاکاری) از ۲/۵ مترمربع یک‌طرف کرت پس از حذف ردیف‌های حاشیه صورت گرفت. بعد از جداسازی بوته‌های علف‌هرز و برنج از یکدیگر، جداسازی پانیکول‌ها از ساقه با دست انجام شد. وزن خشک دانه‌ها به همراه پانیکول با قرار دادن آنها در آون و دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت، اندازه‌گیری شد. عملکرد شلتوک برنج و عملکرد دانهٔ علف‌هرز با تعیین نسبت وزن پانیکول به دانه در هر نمونه و با درنظرگرفتن رطوبت ۱۲ درصد محاسبه شد. همچنین کلیهٔ بوته‌های یک مترمربع از هر کرت کف‌بُر شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه، بوته‌های برنج و علف‌هرز تفکیک شده و تعداد کل پانیکول، تعداد کل پنجه و تعداد پنجهٔ بارور و نابارور و نیز میانگین حداکثر ارتفاع هر کپه به‌طور جداگانه برای هر گونه اندازه‌گیری شد. به‌منظور محاسبهٔ عملکرد بیولوژیک (ماده خشک) و شاخص برداشت دو گونه، پانیکول و کاه از یکدیگر جدا شده و پس از خشک شدن در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت، توزین شدند. در سوروف بعد از ظهور و قبل از رسیدگی پانیکول‌ها جهت جلوگیری از ریزش بذرها تعداد ۲۰ کپه (۱ مترمربع) از هر کرت به‌طور جداگانه درون کیسه‌های توری که به‌همین منظور تهیه شده بود، قرار گرفت. در این گونه عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک با استفاده از این مساحت برآورد شدند.

تجزیهٔ داده‌ها با درنظرگرفتن ترکیب فاکتوریل دو گونه علف‌هرز سوروف و سوروف‌آبی و پنج سطح نسبت تراکم علف‌هرز: برنج در هرکپه (٤:۰، ۳:۱، ۲:۲، ۱:۳ و ۰:٤ (علف‌هرز: برنج)) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به‌طور جداگانه برای برنج و علف‌هرز انجام شد. همچنین جهت مقایسهٔ برنج و علف‌هرز در هر تیمار، تجزیه با استفاده آرایش فاکتوریل اسپلیت که در آن گیاه برنج و علف‌هرز در کرت‌های اصلی، خرد شده بودند نیز صورت گرفت.

رقابت میان گیاه‌زراعی و علف‌هرز با استفاده از عملکرد نسبی[1]، مجموع عملکرد نسبی[2]، شاخص غالبیت[3] و ضریب تزاحم نسبی[4] ارزیابی شد. عملکرد نسبی هر گونه در هر نسبت مخلوط از تقسیم

1- Relative yield (RY)
2- Relative yield total (RYT)
3- Aggressivity index (AI)
4- Relative crowding coefficient (RCC)

عملکرد بوته‌های آن گونه در واحد مترمربع بر عملکرد تک‌کشتی آن گونه براساس تعداد پنجه در هنگام برداشت، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه محاسبه شد. سپس عملکردهای نسبی محاسبه شده در هرگونه در نسبت‌های مختلف کاشت، با استفاده از نمودارهای سری جانشینی (هارپر، ۱۹۷۷) جهت تعیین توانایی رقابت نسبی دو گونه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همچنین مجموع عملکرد نسبی از جمع مقادیر عملکرد نسبی دو گونه به‌دست آمد (هارپر، ۱۹۷۷ و دویت و ون‌دن‌برگ، ۱۹٦۵). علاوه‌بر آن، شاخص غالبیت که از تفریق عملکردنسبی گونهٔ رقیب از عملکردنسبی گونهٔ موردنظر محاسبه می‌شود (وانگ و همکاران، ۲۰۰٦)، برای گیاه‌زراعی محاسبه شد. ضریب تزاحم نسبی با استفاده از معادلهٔ زیر تعیین شد (گیلی و همکاران، ۲۰۰۵؛ جولیف و همکاران، ۱۹۸٤):

$$RCC= \frac{W1m/W2m}{W1p/W2p} \text{ or } \frac{W2m/W1m}{W2p/W1p}$$

که در آن W1m و W2m، وزن خشک اندام‌های هوایی گونهٔ ۱ و ۲ در کشت مخلوط ۲:۲ و W1p و W2p وزن خشک اندام‌های هوایی گونهٔ ۱ و ۲ در کشت خالص هستند.

تجزیه واریانس بر روی داده‌های محاسبه‌شده انجام و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD محافظت شده در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت: براساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) عملکرد و شاخص برداشت در برنج و علف‌هرز متفاوت بوده و تحت‌تأثیر نسبت‌کاشت و گونهٔ علف‌هرز قرار داشت. مقادیر عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه با درنظر گرفتن میانگین نسبت‌های کاشت، به‌ترتیب در سوروف ۱۱/۱ و ۳/۰ تن در هکتار، در سوروف آبی ۹/٦ و ۳/۳ تن در هکتار و در برنج ۵/۱ و ۲/٤ تن در هکتار بودند (جدول ۲). عملکرد بیولوژیک سوروف به‌طور معنی‌داری بالاتر از سوروف‌آبی و در گونهٔ علف‌هرز اخیر نیز به‌شکل قابل ملاحظه‌ای بالاتر از برنج بود. در مورد عملکرد دانه، تفاوت معنی‌داری بین دو گونه علف‌هرز مشاهده نشد؛ اگرچه هر دو علف‌هرز، عملکرد دانهٔ بالاتری نسبت به‌برنج داشتند. علت این امر را می‌توان اندازهٔ بذر، وزن دانه (وزن هزار دانه درحدود ۵ گرم) و وزن پانیکول بیشتر و در نتیجه شاخص برداشت بالاتر در علف‌هرز سوروف‌آبی در مقایسه با

سوروف (وزن هزار دانه درحدود ۳ گرم) دانست. عملکرد بیولوژیک برنج در تیمارهایی که درحال رقابت با سوروف بودند (تیمار تک‌کشتی نیز در محاسبه منظور شده بود)، تفاوت معنی‌داری با آن‌ها که در رقابت با سوروف‌آبی بودند، نشان نداد؛ در حالی‌که عملکرد دانهٔ برنج در تیمارهایی که در رقابت با سوروف‌آبی بودند (۲/۲ تن در هکتار)، به‌نحو معنی‌داری کمتر از آن‌هایی بود که در رقابت با سوروف بودند (۲/٦ تن در هکتار). در میانگین نسبت‌های مختلف‌کاشت برنج و علف‌هرز (با احتساب تک‌کشتی برنج)، عملکرد دانهٔ برنج در نتیجهٔ رقابت با سوروف‌آبی نسبت به رقابت با سوروف، ۱۷ درصد کاهش بیشتری نشان داد. با توجه به هم‌زمانی بیشتر دورهٔ پرشدن دانه‌ها بین برنج و سوروف‌آبی و تقلید بیشتر این گونهٔ علف‌هرز از برنج نسبت به سوروف (یاماسو، ۲۰۰۱) به‌ویژه از نظر فنولوژیکی به‌نظر می‌رسد این گونه در مرحلهٔ پرشدن دانه‌ها خسارت بیشتری به عملکرد دانهٔ برنج وارد می‌کند.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (مقادیر F) عملکرد دانه و شاخص‌برداشت برنج و علف‌هرز در هنگام برداشت.

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
علف‌هرز[a]	۱	۱۸/۳۹**	۰/۷۹^{ns}	٤/۹۷*
نسبت[b]	۳	۷۹/٦۲**	٦۱/۱۷**	۱/۸۲^{ns}
علف‌هرز×نسبت	۳	۱/۲۸^{ns}	۰/۸۳^{ns}	۱/۰۳^{ns}
گونه[c]	۱	۳۹۳/۹۸**	۳۷/۵۷**	٥٤۱/۳۲**
علف‌هرز×گونه	۱	۲/۷۳^{ns}	۷/٦٥*	٦۸/۰۹**
نسبت×گونه	۳	٤۲/۰۷**	۳۱/۰۰**	۱٤/٤٥**
علف‌هرز×نسبت×گونه	۳	۲/۸۲ ^{ns}	۰/۷۹^{ns}	۳/۱۸^{ns}

[a] علف‌های‌هرز سوروف (*E. crus-galli*) و سوروف‌آبی (*E. oryzoides*)؛ [b]نسبت تعداد گیاهچه علف‌هرز به برنج در هر کپه (٤:۰، ۳:۱، ۲:۲، ۱:۳، ۰:٤)؛ [c]گونه کاشته شده (برنج و علف‌هرز)؛ * و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱؛ ns عدم وجود تفاوت معنی‌دار.

شاخص برداشت در بوته‌های برنجی که در رقابت با سوروف بودند بیشترین مقدار (٤۲/۵ درصد) و به‌طور معنی‌داری بیشتر از گیاهان زراعیِ در رقابت با سوروف‌آبی (۳۹/۵ درصد) بود. به‌نظر می‌رسد بوته‌های برنج در رقابت با سوروف‌آبی در پر کردن دانه‌ها ضعیف‌تر بوده و درنتیجه شاخص برداشت

آن‌ها کاهش یافته است. شاخص برداشت علف‌های‌هرز تفاوت معنی‌داری با برنج داشت و در سوروف‌آبی (۳۰/۹ درصد) برتری معنی‌داری نسبت به سوروف (۲٤/٤ درصد) نشان داد (جدول ۲).

جدول ۲- تأثیر رقابت گونه‌های علف‌هرز و برنج بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت a.

گونه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
	(کیلوگرم در هکتار)		(درصد)
E. oryzoides	۹٦۰٦/۳۰[b]	۳۳۰۳/۲۷[a]	۳۰/۸۹[c]
vs. *O .sativa*	٤۸۲۲/۸۱[c]	۲۱۵۸/۱۱[c]	۳۹/۵۲[b]
E. crus-galli	۱۱۱۲۸/٦۸[a]	۳۰٤٦/۲٦[a]	۲٤/٤۲[d]
vs. *O. sativa*	٥٤۷٦/۰۳[c]	۲٦۱۳/۳٦[b]	٤۲/٥٤[a]

[a] اعداد میانگین نسبت‌های مختلف کاشت می‌باشند. اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند (در سطح احتمال ۰/۰۵).

مقادیر عملکرد و شاخص برداشت برنج و علف‌هرز تحت تأثیر تعداد گیاهچهٔ هر گونه در نسبت کاشت قرار گرفت (جدول‌های ۱ و ۳). در گیاه‌زراعی برنج با افزایش سهم برنج در نسبت کاشت، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در نسبت‌های کاشت ۱:۳، ۲:۲، ۳:۱ و ٤:۰ (علف‌هرز: برنج) مقادیر عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب ۲/۰، ۳/۳، ۵/۸ و ۹/٦ تن در هکتار و مقادیر عملکرد دانه به‌ترتیب ۱/۰، ۱/۵، ۲/٦ و ٤/۵ تن در هکتار بود (جدول ۳). افزایش سهم علف‌هرز در نسبت کاشت نیز به‌طورکلی سبب افزایش عملکرد علف‌هرز شد. در نسبت‌های کاشت ۳:۱، ۲:۲، ۱:۳ و ٤:۰ (علف‌هرز: برنج) مقادیر عملکرد بیولوژیک علف‌هرز (میانگین دو گونه علف‌هرز) به‌ترتیب ۷/۷، ۹/۵، ۱۱/۵ و ۱۲/۷ تن در هکتار و مقادیر عملکرد دانه علف‌هرز (میانگین دو گونه علف‌هرز) به‌ترتیب ۲/۷، ۳/۰، ۳/۳ و ۳/٦ تن در هکتار بود. با افزایش تعداد علف‌هرز در نسبت کاشت به ۱، ۲ و ۳ بوته، تراکم علف‌هرز در واحد سطح به‌ترتیب به ۲۰، ٤۰ و ٦۰ بوته در مترمربع افزایش یافت که به‌ترتیب سبب ٤۰، ٦٦ و ۷۹ درصد کاهش در عملکرد بیولوژیک برنج و ٤۲، ٦٦ و ۷۸ درصد کاهش در عملکرد دانهٔ برنج در مقایسه با تک‌کشتی برنج گردید؛ در حالی‌که افزایش تعداد برنج به ۱، ۲ و ۳ بوته در نسبت کاشت، به‌ترتیب سبب تنها ۹، ۲۵ و ۳۹ درصد کاهش در عملکرد بیولوژیک و ۸ ، ۱٦ و ۲٤ درصد کاهش در عملکرد دانهٔ علف‌هرز در مقایسه با تک‌کشتی علف‌هرز

شد. عملکرد بیولوژیک علف‌هرز در هر نسبت‌کاشت، بیشتر از برنج متناظر بود. بنابراین، حتی یک گیاهچهٔ علف‌هرز که از خزانه به زمین اصلی منتقل شود، می‌تواند مادهٔ خشکی بیشتر از سه گیاهچهٔ برنج نشا شده تولید کند. عملکرد دانهٔ برنج در مخلوطی که تنها یک بوتهٔ علف‌هرز حضور داشت، تفاوت معنی‌داری با علف‌هرز نداشت. اما در سایر نسبت‌ها، عملکرد دانهٔ علف‌هرز بیشتر از برنج بود (جدول ۳).

جدول ۳- تأثیر نسبت کاشت گیاهان بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت در برنج و علف‌هرز[a].

نسبت علف‌هرز به گیاه‌زراعی	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)			عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)			شاخص برداشت (درصد)		
	برنج	علف هرز	d[b]	برنج	علف هرز	d	برنج	علف هرز	d
۳:۱	۵۷۵۸/۱٤[b]	۷۷۰۲/۱۰[d]	**	۲۵۹۲/۸۱[b]	۲۷۳۰/۰٤[c]	ns	۳۹/۵۲[b]	۳۱/۹٤[a]	**
۲:۲	۳۲۵۷/۸۷[c]	۹۵٤٦/۷۷[c]	**	۱۵۰۹/۰۱[c]	۳۰۲٦/۵۹[bc]	**	٤۰/٤۱[ab]	۲۷/۷٦[b]	**
۱:۳	۱۹۹۲/۳۳[d]	۱۱۵۲۰/۸۳[b]	**	۹٦٤/۳۸[d]	۳۳۲۸/۳۰[ab]	**	٤۳/۱۵[a]	۲۵/۵٦[b]	**
تک‌کشی	۹۵۸۹/۳۳[a]	۱۲۷۰۰/۲۷[a]	**	٤٤۷٦/۷۵[a]	۳٦۱٤/۱۳[a]	**	٤۱/۰۵[ab]	۲۵/۳۵[b]	**

[a] اعداد میانگین دو گونه علف‌هرز (سوروف (*E. crus-galli*) و سوروف‌آبی (*E. oryzoides*)) می‌باشند؛ اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند (در سطح احتمال ۰/۰۵)؛ [b]معنی‌دار بودن تفاوت برنج و علف‌هرز در هریک از نسبت‌های کاشت.

نتایج مطالعات متعدد نشان داده که سوروف برتری رقابتی قابل‌توجهی بر برنج دارد و سبب کاهش قابل‌ملاحظهٔ عملکرد در برنج می‌شود (نی و همکاران، ۱۹۹٦، ۲۰۰٤؛ مون و همکاران، ۲۰۱۰). آلودگی شدید سوروف و عدم کنترل مناسب سبب بیش از ۵۰ درصد کاهش عملکرد برنج می‌شود (هیل و همکاران، ۱۹۸۵). جمعیت‌هایی از سوروف به‌میزان ۵ تا ۱۰ بوته در مترمربع، سطوح آستانه جهت آغاز اقدامات کنترلی در تولید برنج محسوب می‌شوند (اسمیت، ۱۹۸۸). استابر و همکاران (۱۹۹۱) دریافتند که یک گیاه سوروف که به فاصلهٔ ٤۰ سانتی‌متر از یک گیاه برنج قرار داشته باشد، عملکرد برنج را ۲۷ درصد کاهش می‌دهد. در مطالعه‌ای دیگر سوروف در تراکم ۹ گیاه در مترمربع، عملکرد برنج را ۵۷ درصد کاهش داد (ماون و بارت، ۱۹۸٦). مطالعات رقابت تمام‌فصل در یونان نشان داد که ۱۰ گیاه سوروف در مترمربع عملکرد برنج را تا ۲۰ درصد کاهش داد (واسیلاکوگلو و همکاران، ۲۰۰۰).

ون‌دوندر و همکاران (۱۹۹۷) گزارش کردند که ۲۰ بوته سوروف در مترمربع می‌تواند عملکرد برنج را به‌میزان ۸۰ درصد کاهش دهد. در آزمایشی دیگر، بعد از ۱۳۰ روز رقابت سوروف با تراکم ٤٠ بوته در مترمربع کاهش عملکرد حدود ۷۰ درصد ثبت شد (ویدوت و همکاران، ۲۰۰۷). اسمیت (۱۹۸۸) گزارش کرد که تداخل تمام‌فصل سوروف، عملکرد برنج را تا ۷۰ درصد کاهش داد و بدون‌توجه به تراکم برنج، با افزایش جمعیت سوروف عملکرد برنج کاهش پیدا کرد. لو (۱۹۹۱) نیز گزارش کرد که عملکرد برنج با افزایش تراکم سوروف کاهش پیدا کرد. نودا و همکاران (۱۹٦۸) اظهار داشتند که با افزایش تراکم سوروف بین صفر تا ۱۲۰ بوته در مترمربع عملکرد برنج به نحو قابل‌ملاحظه‌ای کاهش یافت. درصد کاهش به‌نحو قابل‌توجهی براساس سطح حاصلخیزی و تراکم برنج متفاوت بود. جزئی از عملکرد که در کاهش عملکرد برنج نقش داشت به‌ترتیب اهمیت عبارت از تعداد خوشه، وزن دانه، تعداد سنبلچه در هر خوشه و درصد باروری سنبلچه بود. بنابراین، کنترل سوروف در راستای به‌حداکثر رساندن پتانسیل عملکرد برنج حائز اهمیت است (اتیس و تالبرت، ۲۰۰۷). گونه‌های سوروف‌آبی نیز سبب ایجاد خسارت قابل‌توجه در عملکرد برنج می‌شود. وقتی رقابت سوروف‌آبی و برنج فقط در ۳۰ روز ابتدای فصل رشد صورت گرفت، عملکرد برنج حداقل ۱۸ درصد کاهش یافت. رقابت سوروف‌آبی و برنج در تمام طول فصل رشد سبب ٥٩ درصد کاهش عملکرد در سال اول و ٤٦ درصد در سال دوم آزمایش شد (گیبسون و همکاران، ۲۰۰۲). همچنین تراکم ۲۰۰ بوته در مترمربع از مخلوط جمعیت علف‌های‌هرز سوروف‌آبی زودرس و دیررس، سبب کاهش عملکرد برنج به‌میزان ۹۹ درصد شد (گیبسون و همکاران، ۲۰۰۱). تولید وزن خشک گونه‌های سوروف‌آبی زودرس و دیررس در رقابت با برنج، با تراکم ۸٦ بوته در مترمربع، ۸۸۰ گرم در مترمربع و با تراکم ۳٦ بوته در مترمربع، ٤٥۰ گرم درمترمربع بود. در تراکم‌های مذکور، عملکرد برنج به‌ترتیب ٥٩ و ٤٦ درصد کاهش یافت (گیبسون و همکاران، ۲۰۰۲). گیبسون و همکاران (۲۰۰۱) اظهار داشتند که تراکم ۲۰۰ بوته در مترمربع از مخلوط جمعیت علف‌های‌هرز سوروف‌آبی زودرس و دیررس، عملکرد برنج را به‌میزان ۹۹ درصد کاهش داد.

شاخص برداشت برنج در نسبت‌های مختلف کاشت هم‌پوشانی زیادی با یکدیگر داشت. با درنظر گرفتن میانگین شاخص برداشتِ برنج در رقابت با دو گونه علف‌هرز، بیشترین شاخص برداشت (٤۳ درصد) در مخلوط دارای کمترین تعداد گیاهچهٔ برنج (نسبت ۱:۳ علف‌هرز: برنج) و کمترین شاخص برداشت (٤۰ درصد) در مخلوط دارای بیشترین تعداد گیاهچهٔ برنج (نسبت ۳:۱ علف‌هرز: برنج)

مشاهده شد. کاهش تراکم برنج سبب افزایش شاخص برداشت برنج می‌شود (اتیس و تالبرت، ۲۰۰۷). در علف‌هرز بیشترین مقدار شاخص برداشت در کمترین نسبت حضور علف‌هرز که بیشترین رقابت با برنج را داشت (۳۲ درصد)، مشاهده شد و سایر نسبت‌ها با میانگین ۲٦ درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. در کلیهٔ نسبت‌ها، شاخص برداشت علف‌هرز کمتر از برنج بود (جدول ۳).

مقایسهٔ تک‌کشتی گونه‌های علف‌هرز و برنج در هنگام برداشت (جدول ٤) نشان داد که سوروف از نظر تولید مادهٔ خشک در واحد سطح (عملکرد بیولوژیک) بر سوروف‌آبی و برنج برتری داشته و با تولید ۱۳/۸ تن مادهٔ خشک در هکتار از برنج و سوروف‌آبی تولید بیشتری داشت. عملکرد بیولوژیک سوروف‌آبی نیز ۱۱/٦ تن در هکتار و به‌شکل قابل‌ملاحظه‌ای بیشتر از برنج بود. برنج در تک‌کشتی ۹/٦ تن در هکتار مادهٔخشک تولید کرد. عملکرد دانه در تک‌کشتی دو گونه علف‌هرز تفاوت معنی‌داری نداشت و ۳/۷ و ۳/۵ تن در هکتار به‌ترتیب در سوروف‌آبی و سوروف بود. عملکرد دانهٔ برنج ٤/۵ تن در هکتار و بالاتر از علف‌های‌هرز بود. علت بیشتر بودن عملکرد دانهٔ برنج علی‌رغم کمتر بودن عملکرد بیولوژیک آن، در ارتباط با شاخص برداشت بالاتر برنج است که در تک‌کشتی ٤۱ درصد و به‌نحو قابل‌ملاحظه‌ای بیشتر از گونه‌های علف‌هرز بود. شاخص برداشت سوروف‌آبی ۲۸/۵ درصد و بیشتر از سوروف به‌میزان ۲۲ درصد بود.

جدول ٤- مقادیر صفات اندازه‌گیری شده در تک‌کشتی گونه‌های علف‌هرز و برنج در هنگام برداشت [a].

گونه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
	(کیلوگرم در هکتار)		(درصد)
E.oryzoides	۱۱٦۰۵/٦۰[b]	۳۷٤۰/٦۹[b]	۲۸/۵۱[b]
E.crus-galli	۱۳۷۹٤/۹۳[a]	۳٤۸۷/۵۷[b]	۲۲/۱۹[c]
O.sativa	۹۵۸۹/۳۳[c]	٤٤۷٦/۷۵[a]	٤۱/۰۵[a]

[a] اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند (در سطح احتمال ۰/۰۵).

ارزیابی رقابت گیاه‌زراعی و علف‌هرز: عملکرد نسبی و شاخص غالبیت براساس تعداد پنجهٔ بارور هنگام برداشت و عملکرد بیولوژیک، در برنج و علف‌هرز متفاوت بوده و با نسبت کاشت اثر متقابل

داشتند. عملکردهای نسبی و شاخص غالبیت محاسبه شده براساس عملکرد دانه تحت‌تأثیر گونهٔ علف‌هرز (سوروف و سوروف‌آبی) نیز قرار گرفتند (جدول ۵).

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس (مقادیر F) عملکرد نسبی و شاخص غالبیت براساس تعداد پنجه، عملکرد بیولوژیک و دانه برنج و علف‌هرز.

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد نسبی			شاخص غالبیت		
		تعداد پنجه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	تعداد پنجه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه
علف‌هرز[a]	۱	۱/٦۱ ns	۲/۲۱ ns	۷/۳٤ *	۰/۰۲ ns	۰/٤۲ ns	۵/۵۰ *
نسبت[b]	۲	۰/۸٦ ns	۲/۰۹ ns	۵/۵۰ *	۲/۵۳ ns	۱۷/٦۲ **	۱۰/۳۳ **
علف‌هرز *نسبت	۲	۰/۵۲ ns	۲/۵۷ ns	۰/۹۲ ns	۰/۳۲ ns	۰/٤۷ ns	۲/۳۹ ns
گونه[c]	۱	۵۵/۸٤ **	۱٤۹/٦۱ **	۵۸۲/٦٤ **	۵۵/۸٤ **	۱٤۹/٦۱ **	۵۸۲/٦٤ **
علف‌هرز *گونه	۱	۰/۸۳ ns	٤/۱۳ ns	۱۳/۵٦ **	۰۷/۸۳ ns	٤/۱۳ ns	۱۳/۵٦ **
نسبت*گونه	۲	۱۹/۲۷ **	٤٦/۱۲ **	٦۵/۲۳ **	۱۹/۲۷ **	٤٤/۱۲ **	٦۵/۲۳ **
علف‌هرز *نسبت*گونه	۲	۰/۰۵ ns	۲/۲٦ ns	۲/۹۰ ns	۰/۰۵ ns	۲/۲٦ ns	۲/۹۰ ns

[a] علف‌های‌هرز سوروف (*E. crus-galli*) و سوروف‌آبی (*E. oryzoides*)؛ [b]نسبت تعداد گیاهچه علف‌هرز به برنج در هر کپه (٤:۰، ۳:۱، ۲:۲، ۱:۳، ۰:٤)؛ [c] گونه کاشته شده (برنج و علف‌هرز)؛ * و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱؛ ns عدم وجود تفاوت معنی‌دار.

عملکرد نسبی برنج (براساس تعداد پنجه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه) با افزایش نسبت گیاه‌زراعی در مخلوط، در هر سه سطح به‌طور معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) افزایش یافت (جدول ٦، شکل ۱). تولید نسبی پنجه علف‌هرز در نسبت‌های کاشت ۲:۲ و ۱:۳ (علف‌هرز: برنج) مشابه و به‌شکل قابل‌ملاحظه‌ای بالاتر از نسبت ۳:۱ (علف‌هرز: برنج) بود. افزایش سهم علف‌هرز در نسبت کاشت به‌طور معنی‌داری عملکرد بیولوژیک نسبی علف‌هرز را در سه نسبت کاشت افزایش داد (جدول ٦). در عملکرد نسبی دانهٔ علف‌هرز، تفاوت معنی‌داری بین نسبت کاشت ۲:۲ (علف‌هرز: برنج) با دو سطح دیگر مشاهده نشد؛ اما عملکرد نسبی دانه علف‌هرز در نسبت کاشت ۱:۳ (علف‌هرز: برنج) به‌نحو قابل‌توجهی بیشتر از نسبت‌کاشت ۳:۱ (علف‌هرز: برنج) بود (شکل ۱). تولید پنجهٔ و عملکرد بیولوژیک نسبی برنج با علف‌هرز، در نسبت کاشت ۳:۱ (علف‌هرز: برنج) مشابه بود. اما در مورد

عملکرد دانهٔ نسبی، علف‌هرز بر برنج برتری داشت (۰/۷٦ در مقابل ۰/۵۸). در سایر نسبت‌ها، عملکرد نسبی علف‌هرز بیشتر از برنج بود؛ چنانکه در مورد عملکرد نسبی دانه در نسبت‌های کاشت ۲:۲ و ۱:۳ (علف‌هرز: برنج)، این مقادیر به‌ترتیب در علف هرز ۰/۸٤ و ۰/۹۳ و در برنج ۰/۳۵ و ۰/۲۲ بود. با در نظر گرفتن میانگین کلیهٔ تیمارها به‌ترتیب براساس تولید پنجه، عملکرد بیولوژیک و دانه، عملکرد نسبی برنج ۵۵، ۵۱ و ٤۵ درصد علف‌هرز بود. مجموع عملکرد نسبی در نسبت‌های مختلف کاشت، برای پنجه تفاوت معنی‌داری با یک نشان نداد؛ اما برای عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، مجموع عملکرد نسبی مخلوط‌ها بیشتر از تک‌کشتی بود. شاخص غالبیت برنج با افزایش نسبت گیاه‌زراعی در مخلوط، به‌طورمعنی‌داری در هر سه سطح افزایش یافت. این مقادیر برای عملکرد دانه نسبی، ۰/۱۸-، ۰/٤۹- و ۷۰- به‌ترتیب در نسبت‌های کاشت ۳:۱، ۲:۲ و ۱:۳ (علف‌هرز: برنج) بود. پررا و همکاران (۱۹۹۲) گزارش کردند که عملکردنسبی سوروف به‌ویژه در شرایط افزودن کود عموماً بالاتر از ۰/۵ و عملکردنسبی برنج همواره کمتر از ۰/۵ بود.

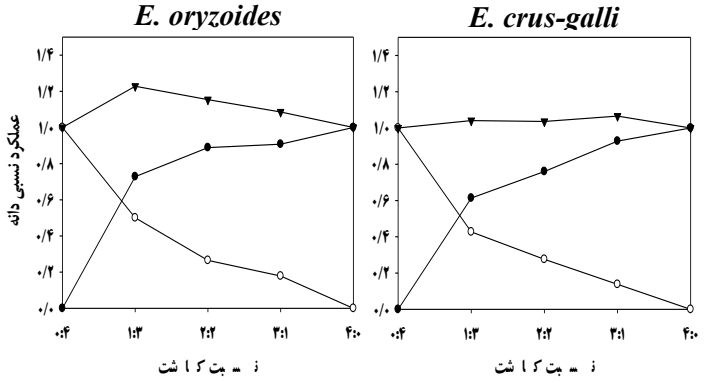
جدول ٦- تأثیر نسبت کاشت بر تولید نسبی عملکرد در برنج و علف‌هرز و شاخص غالبیت برنج [a].

نسبت علف‌هرز به	تولید نسبی پنجه			شاخص غالبیت	عملکرد بیولوژیک نسبی			شاخص غالبیت
گیاه‌زراعی	برنج	علف‌هرز	مجموع	برنج	برنج	علف‌هرز	مجموع	برنج
۳:۱	۰/۵۷ a	۰/۵۵ b	۱/۱۲ a	-۰/۰۳ a	۰/٦۰ a	۰/٦۰ c	۱/۲۰ a	-۰/۰۱ a
۲:۲	۰/۳٤ b	۰/۷۰ a	۱/۰٤ a	-۰/۳٦ b	۰/۳۵ b	۰/۷٦ b	۱/۱۱ a	-۰/٤۱ b
۱:۳	۰/۲۲ c	۰/۸۳ a	۱/۰۵ a	-۰/٦۱ c	۰/۲۱ c	۰/۹۱ a	۱/۱۲ a	-۰/٦۹ c
تک‌کشی			۱ a				۱ b	
میانگین	۰/۳۸	۰/٦۹		-۰/۳۲	۰/۳۹	۰/۷٦		-۰/۳۷

[a] اعداد میانگین دو گونه علف‌هرز (سوروف (*E. crus-galli*) و سوروف‌آبی (*E. oryzoides*)) می‌باشند؛ اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند (در سطح احتمال ۰/۰۵).

مقایسهٔ دوگونه علف‌هرز سوروف و سوروف‌آبی نشان داد که اگرچه دو گونه از نظر عملکرد نسبی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۷)؛ اما عملکرد نسبی برنج در تداخل با سوروف‌آبی کمتر از سوروف بود. این نتیجه نشان می‌دهد که سوروف‌آبی در مقایسه با سوروف اثر بازدارندگی بیشتری بر برنج تحمیل می‌کند و رشد و تولید آن را (پنجه، مادهٔ خشک و دانه) بیشتر کاهش می‌دهد.

همچنین مجموع عملکرد نسبی و شاخص غالبیت براساس عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، در مخلوط برنج و سوروف‌آبی کمتر از مخلوط برنج و سوروف بود.



شکل ۱- عملکرد دانه نسبی ● علف‌هرز، ○ برنج و ▼ مجموع عملکرد نسبی در واکنش به نسبت‌های مختلف گیاه‌زراعی و علف‌هرز.

جدول ۷- تأثیر رقابت گونه‌های علف‌هرز با برنج بر تولید نسبی عملکرد در برنج و علف‌هرز و شاخص غالبیت برنج (AI)[a].

گونه علف‌هرز	تولید نسبی پنجه			AI	عملکرد بیولوژیک نسبی			AI	عملکرد دانه نسبی			AI
	برنج	علف‌هرز	مجموع	برنج	برنج	علف‌هرز	مجموع	برنج	برنج	علف‌هرز	مجموع	برنج
E.oryzoides	۰/۳٤ b	۰/٦۹ a	۱/۰۳ a	−۰/۳۵ a	۰/۳٤ b	۰/۷۷ a	۱/۱۱ a	−۰/٤۳ b	۰/۳۱ b	۰/۸٤ a	۱/۱۲ b	−۰/۵۳ b
E.crus-galli	۰/٤۱ a	۰/٦۹ a	۱/۱۰ a	−۰/۲۸ a	۰/٤۳ a	۰/۷٤ a	۱/۱۷ a	−۰/۳۱ a	۰/٤۵ a	۰/۸٤ a	۱/۲۲ a	−۰/۳۹ a

[a] اعداد میانگین نسبت‌های مختلف کاشت می‌باشند؛ اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند (در سطح احتمال ۰/۰۵).

نتایج تجزیه واریانس ضریب تزاحم نسبی نشان داد که این شاخص در برنج و علف‌هرز متفاوت بود، اما تحت تأثیر گونهٔ علف‌هرز قرار نگرفت (جدول ۸). ضریب تزاحم نسبی معیار مناسبی از توانایی رقابت است و برای اندازه‌گیری توانایی رقابت گونه‌های رقیب به‌کار می‌رود و غالبیت یک گونه بر گونهٔ دیگر را تعیین می‌کند (فلمینگ و همکاران، ۱۹۸۸). ضریب تزاحم نسبی وقتی دو گونه با نسبت‌های مساوی مخلوط می‌شوند، به‌عنوان شاخص رقابت عمل می‌کند (گیلی و همکاران، ۲۰۰۵؛ جولیف و همکاران، ۱۹۸٤). ضریب تزاحم نسبی برابر با یک نشان می‌دهد که دو گونه رقبای مشابهی

هستند و مقادیر کمتر یا بیشتر از یک نشان می‌دهد که یک گونه در مقایسه با گونهٔ دیگر به‌ترتیب رقیب ضعیف‌تر یا قوی‌تری است (دویت، ۱۹٦۰).

جدول ۸- نتایج تجزیه واریانس (مقادیر F) ضریب تزاحم نسبی براساس تعداد پنجه، عملکرد بیولوژیک و دانه برنج و علف‌هرز [a].

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد پنجه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه
علف‌هرز [a]	۱	۰/۹۰ ns	۲/۸۸ ns	٦/۸۰ ns
گونه [b]	۱	۱۰/٤٦ *	۲۳/٦۸ **	۵۵/۱۰ **
علف‌هرز*گونه	۱	۰/۵۲ ns	۳/۷٤ ns	۷/۰۸ ns

علف‌های‌هرز سوروف (*E. crus-galli*) و سوروف‌آبی (*E. oryzoides*)؛ [b] گونه کاشته شده (برنج و علف‌هرز)؛ * و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱؛ ns عدم وجود تفاوت معنی‌دار.

با در نظر گرفتن میانگین کلیهٔ تیمارها به‌ترتیب براساس تولید پنجه، عملکرد بیولوژیک و دانه، ضریب تزاحم نسبی برنج ٤۷، ٤٤ و ۳۹ درصد علف‌هرز بود (جدول ۹). این نتایج نشان می‌دهد که اهمیت خسارت ناشی از تداخل علف‌هرز با برنج به‌ترتیب بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تولید پنجه بیشتر است. پررا و همکاران (۱۹۹۲) اظهار داشتند که ضریب تزاحم نسبی برنج نسبت به سوروف، براساس وزن خشک نهایی گیاه، در شرایط افزودن کود کمتر از شرایط عدم مصرف کود بود و از ۰/٤ به ۰/۲ کاهش یافت. در آزمایش دیگری ضریب تزاحم نسبی سوروف در تولید پنجه و وزن خشک شاخساره، بیشتر از رقم برنج بازدارندهٔ ضعیف علف‌هرز و مشابه رقم بازدارندهٔ قوی و هیبرید این دو بود (گیلی و همکاران، ۲۰۰۵).

جدول ۹- ضریب تزاحم نسبی در برنج و علف‌هرز [a].

گونه	تولید پنجه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه
برنج	۰/۷۰	۰/٦۸	۰/٦٤
علف‌هرز	۱/۵۰	۱/۵٤	۱/٦۳

نتیجه‌گیری کلی

اگرچه با افزایش تراکم هر گونه، به‌طورکلی عملکرد آن‌گونه افزایش و عملکرد گونه رقیب کاهش یافت؛ اما تأثیر رقابت علف‌هرز بر عملکرد برنج بیشتر از اثر برنج بر عملکرد علف‌هرز بود. این نتیجه اهمیت رقابت سوروف‌آبی و سوروف در مزارع برنج را نشان می‌دهد. از آن‌جا که با حضور تنها یک علف‌هرز در هر کپه، عملکرد بیولوژیک هر دو گونه علف‌هرز بیشتر از برنج و عملکرد دانه آن‌ها مشابه بود، می‌توان بر لزوم توجه به جلوگیری از انتقال گیاهچه از خزانه به زمین اصلی تأکید کرد. این واقعیت که سوروف‌آبی شاخص برداشت بیشتر، عملکرد بیولوژیک کمتر و عملکرد دانهٔ مشابهی با سوروف داشته و عملکرد دانه، عملکرد نسبی و شاخص برداشت برنج را بیشتر از سوروف کاهش داد، بیانگر آنست که سوروف‌آبی در مقایسه با سوروف اثر بازدارندگی بیشتری بر رشد و تولید برنج وارد می‌سازد و لذا اهمیت مقابله با توسعه این‌گونه در منطقه و طراحی راهکارهای بهینهٔ مدیریتی جهت بهره‌گیری در صورت مسئله‌ساز شدن این علف‌هرز ضرورت می‌یابد.

منابع

1. Aldrich, R.J. 1984. Weed-Crop Ecology: Principles in Weed Management. North Scituate, MA: Breton. Pp: 189–214.
2. Bayer, D.E., and Hill, J.E. 1992. Weeds. In: Integrated Pest Management for Rice. Flint, M.L., Ohleneger, B.P.O. (Eds.), Publication 3280. University of California Statewide Integrated Pest Management Project. Division of Agriculture and Natural Resources.
3. Chauhan, B.S., and Johnson, D.E. 2010. Implications of narrow crop row spacing and delayed *Echinochloa colona* and *Echinochloa crus-galli* emergence for weed growth and crop yield loss in aerobic rice. Field Crops Res., 117: 177–182.
4. De Wit, C.T. 1960. On competition. Page 8 in Agricultural Research Reports 66. Wageningen, The Netherlands: Centre for Agricultural Publishing and Documentation (PUDOC).
5. De Wit, C.T., and Van Den Bergh, J.P. 1965. Competition between herbage plants. Neth. J. Agr. Sci., 13: 212–221.
6. Fischer, A.J., Ateh, C.M., Bayer, D.E., and Hill, J.E. 2000. Herbicide-resistant *Echinochloa oryzoides* and *E. phyllopogon* in California *Oryza sativa* fields. Weed Sci., 48: 225–230.
7. Fleming, G.F., Young, F.L., and Ogg, Jr. A.G. 1988. Competitive relationships among winter wheat (*Triticum aestivum*), Jointed goatgrass (*Aegilops cylindrica*), and Downy brome (*Bromus tectorum*). Weed Sci. 36: 479–486.

8.Gibson, K.D., Fischer, A.J., and Foin, T.C. 2004. Compensatory responses of late watergrass (*Echinochloa phyllopogon*) and rice to resource limitations. Weed Sci., 52: 271–280.
9.Gibson, K.D., Hill, J.E., Foin, T.C., Caton, B.P., and Fischer, A.J. 2001. Water-seeded rice cultivars differ in ability to interfere with watergrass. Agron. J., 93: 326–332.
10.Gibson, K.D., Fischer, A.J., Foin, T.C., and Hill, J.E. 2002. Implications of delayed *Echinochloa germination* and duration of competition for integrated weed management in water-seeded rice. Weed Res. 42: 351–358.
11.Gealy, D.R., Estorninos, Jr. L.E., Gbur, E.E., and Chavez, R.S.C. 2005. Interference interactions of two rice cultivars and their F3 cross with barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in a replacement series study. Weed Sci., 53: 323–330.
12.Harper, J.L. 1977. Population Biology of Plants. London: Academic Press.
13.Hill, J.E., Lestrange, M.L., Bayer, D.E., and Williams, J.F. 1985. Integrated weed management in California. In: Proceedings of Western Society of Weed Sci. 38: 100-104.
14.Jolliffe, P.A., Minjas, A.N., and Runecles, V.C. 1984. A reinterpretation of yield relationships in replacement series experiments. J. Appl. Ecol., 21: 227–243.
15.Luh, B.S. 1991. Rice Production. Van Nostrand Reinhold NY. 439p.
16.Maun, M.A., and Barrett, S.C.H. 1986. The biology of Canadian weeds. 77. *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. Can. J. Plant Sci., 66: 739-759.
17.Moon, B.C., Cho, S.H., Kwon, O.D., Lee, S.G., Lee, B.W., and Kim, D.S. 2010. Modelling rice competition with *Echinochloa crus-galli* and *Eleocharis kuroguwai* in transplanted rice cultivation. J. Crop Sci Biotechnol., 13: 121–126.
18.Ni, H., Moody, K., Robles, R.P., Paller, E.C., Lales, J.S., and Cosico, W.C. 1996. Effect of nitrogen rate on competition of two rice cultivars against *Echinochloa crus-galli*. Philipp. J. Weed Sci., 24: 53-62.
19.Ni, H., Moody, K., and Robles, R.P. 2004. Analysis of competition between wet-seeded rice and barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) using a response–surface model. Weed Sci., 52: 142–146.
20.Noda, K., Ozawa, K., and Ibaraki, K. 1968. Studies on the damage to rice plants due to weed competition-effect of barnyardgrass competition on growth, yield, and some eco-physiological aspects of rice plants. Weed Res., 7: 49-54.
21.Ottis, B.V., and Talbert, R.E. 2007. Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control and rice density effects on rice yield components. Weed Technol., 21: 110–118.

22. Perera, K.K., Ayres, P.G., and Gunasena, H.P.M. 1992. Root growth and the relative importance of root and shoot competition in interactions between rice (*Oryza sativa*) and *Echinochloa crus-gall*i. Weed Res. 32: 67–76.
23. Smith, Jr. R.J. 1988. Weed thresholds in southern U.S. rice, *Oryza sativa*. Weed Technol., 2: 232–241.
24. Stauber, L.G., Smith, Jr. R.J., and Talbert, R.E. 1991. Density and spatial interference of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) with rice (*Oryza sativa*). Weed Sci., 39: 163–168.
25. Steckel, L.E., and Sprague, C.L. 2004. Common waterhemp (*Amaranthus rudis*) interference in corn. Weed Sci., 52: 359-364.
26. Radosevich, S.R. 1987. Methods of interactions among crops and weeds. Weed Technol., 1: 190–198.
27. Van Devender, K.W., Costello, T.A., and Smith, Jr. R.J. 1997. Model of rice (*Oryza sativa*) yield reduction as a function of weed interference. Weed Sci., 45: 218–224.
28. Vasilakoglou, I.B., Eleftherohorinos, I.G., and Dhima, K.V. 2000. Propanil-resistant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) biotypes found in Greece. Weed Technol., 14: 524–529
29. Vidotto, F., Tesio, F., Tabacchi, M., and Ferrero, A. 2007. Herbicide sensitivity of *Echinochloa* spp.accessions in Italian rice fields. Crop Prot., 26: 285-293.
30. Wang, G., McGiffen, Jr. M.E., and Ehlers, J.D. 2006. Competition and growth of six cowpea (*Vigna unguiculata*) genotypes, sunflower (*Helianthus annuus*), and common purslane (*Portulaca oleracea*). Weed Sci., 54: 954–960.
31. Yaghoubi, B., Jauhar Ali, A., and Zand, E. 2006. New species of barnyardgrass (*Echinochloa oryzoides*): a new emerging threat to paddy fields of Iran. 17th Iranian Plant Protection Congress, 2-5 Sept., Karaj, P.8.
32. Yamasue, Y., Murayama, H., Inoue, H., Matasui, T., and Kusanagi, T. 1997. Growth analysis of rice and *Echinochloa oryzicola* Vasing. in mixed strands. J. Weed Sci. Technol., 42: 365–371.
33. Yamasue, Y. 2001. Strategy of *Echinochloa oryzicola* Vasing. for survival in flooded rice. Weed Biol. Manag., 1: 28–36.

EJCP., Vol. 8(1): 205-222
http://ejcp.gau.ac.ir

Competitive relationships of watergrass and barnyardgrass with rice in a replacement series study

***E. Mohammadvand[1], A.R. Koocheki[2], M. Nassiri Mahallati[2], A. Shahdi Kumleh[3] and Z. Avarseji[4]**

[1]Assistant Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, [2]Professor, Dept. of Agronomy, Ferdowsi University of Mashhad, [3]Member of Scientific Board, Rice Research Institute of Iran, Rasht, [4]Assistant Prof., Dept. of Crop Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad-e-Kavous

Received: 11/17/2014 ; Accepted: 03/05/2015

Abstract

Competitive relationships of watergrass (*Echinochloa oryzoides*) and barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli*) with rice in different plant proportions of 0:4, 1:3, 2:2, 3:1, and 4:0, weed:rice in each hill were investigated in a field experiment. Weed biological and grain yield (both *Echinochloa* species) were higher than rice; however, the harvest index was higher for rice compared to weed species. Relative yields (based on number of tillers, biological yield, and grain yield), replacement series diagrams, rice aggressivity index, and relative crowding coefficient exhibited higher competitiveness for weed than rice. Rising in the ratio of each species at the planting proportion increased the biological, grain and relative yield and harvest index in both rice and weed. Furthermore, it caused an increase in rice aggressivity index. In all tested plant proportions, weeds were superior to rice regarding biological and grain yield, except for 1:3 weed:crop in which both species were similar for grain yield. Comparing two *Echinochloa* species, watergrass, had lower biological yield, but higher harvest index. Grain and relative yields, and relative crowding coefficient were not significantly different for two weed species; however watergrass led to more reduction in grain yield, harvest index, relative yield and aggressivity index of rice.

Keywords: Aggressivity index, Competitive ability, Relative crowding coefficient, Relative yield

*Corresponding author: mohammadvand@guilan.ac.ir